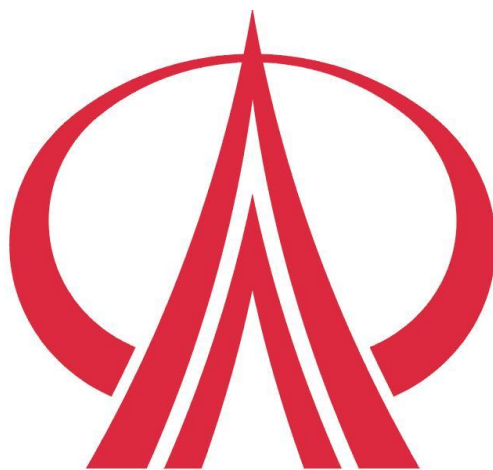


修 平 科 技 大 學
工 業 工 程 與 管 理 系

專 題 研 究 論 文

指導老師：吳家宏

震動式片狀發電機之發電結構與充電電路設計



學生：宋佩芸

學號：BE97003

學生：楊智凱

學號：BE97022

學生：楊鎰維

學號：BE97037

中 華 民 國 一 〇 〇 年 十 二 月 二 十 八 日

修 平 科 技 大 學
工 業 工 程 與 管 理 系

專 題 研 究 論 文

指導老師：吳家宏

震動式片狀發電機之發電結構與充電電路設計

學生：宋佩芸

學號：BE97003

學生：楊智凱

學號：BE97022

學生：楊鎰維

學號：BE97037

本專題經審查及口試合格特此證明

口試委員：

中 華 民 國 一 〇 〇 年 十 二 月 二 十 八 日

摘要

綠色能源科技的議題中，能源的缺乏是未來人類生活的一大課題，許多科學家都在研究該如何開發自然且無污染的綠色能源或替代能源。本專題就是以綠色能源科技的發展為目標，研究人類在走路、慢跑或快跑等自然運動所產生的振動能量來做為發電的來源，並利用簡易的充電電路將此能量儲存於電池或電容器中，當人們使用 3C 產品卻缺乏電能，也無電源可以充電時，就可以利用本研究的成果為人們帶來便利又乾淨的即時能源。

當今小型發電儲能系統研究中，存在著幾個缺點需要作更深層的研究，例如：電壓不足、電流不夠、發電機瓦數太小，以及沒有儲存電能的充電電路等缺點，而本專題的目的就是希望研發可以儲存本研究之震動式發電機所發電能的充電及儲能電路，以供應 3C 產品電能的需求。

為了維持經濟活動與持續的成長，勢必有一定程度的新能源政策及替代能源的開發。本專題針對綠色能源科技的開發及製作，研發物體反覆運動或振動所產生的能量耗散作為發電能量收集的來源，為了將耗散的能量加以利用，設計簡易的充電電路將此能量儲存於電池中，本專題的目的就是利用此一耗散或贅餘的能量加以發電，以解決隨身能源缺乏的問題。

目錄

摘要.....	0
第一章 緒論.....	III
1-1 研究動機.....	1
1-2 研究目的.....	2
1-3 章節敘述.....	2
第二章 文獻探討.....	3
2-1 國外文獻.....	3
2-2 國內文獻.....	4
第三章 發電機的研究.....	8
3-1 研究流程.....	8
3-2 實驗設備介紹.....	9
3-3 研究方法.....	13
第四章 發電機的製作與實驗.....	18
4-1 發電機製作-魚骨圖.....	18
4-2 發電機實驗機台及儲能裝置結構.....	19
4-3 充電實驗.....	24
第五章 結論與建議.....	25
5-1 結論探討.....	25
5-2 建議.....	27
參考文獻.....	29

圖目錄

圖 2-1-1、日本電信電話公司 NTT 研製的充電鞋.....	3
圖 2-1-2、成都老人石才俊發明的發電鞋.....	3
圖 2-2-1、張晉堂發明的攜帶行腳踏發電機.....	5
圖 2-2-2、孫惠民發明海上波浪能發電系統.....	5
圖 2-2-3、震動式片狀發電機示意圖.....	6
圖 2-2-4、充電電路及儲存電能系統示意圖.....	6
圖 2-2-5、隨身式攜帶發電裝置示意圖.....	7
圖 3-1、研究流程圖.....	8
圖 3-2-1、橋式整流電路.....	9
圖 3-2-2、儲能電容.....	9
圖 3-2-3、氣壓缸按壓片狀發電機實驗機台圖.....	10
圖 3-2-4、示波器.....	10
圖 3-2-5-1、麵包板.....	11
圖 3-2-5-2、鍺二極體(Ge).....	11
圖 3-2-5-3、電解電容.....	11
圖 3-2-5-4、開關.....	12

圖 3-2-5-5、電阻	12
圖 3-2-5-6、發光二極體 LED	12
圖 3-3-1、震動式發電機設計分解圖	13
圖 3-3-2、震動式發電機設計示意圖	14
圖 3-3-3、震動式片狀發電機實品	14
圖 3-3-4、橋式整流電路含充電電路	16
圖 3-3-5、橋式整流電路含充電電路實體	16
圖 3-3-6、氣壓缸衝擊時產生電壓訊號 V_{AB}	16
圖 3-3-7、經過橋式整流器以後把交流電轉成同向電流 V_{CD}	17
圖 3-3-8、再利用電容器將電壓平整化 V_{EF}	17
圖 3-3-9、最後輸出電壓訊號 V_{GH}	17
圖 4-1-1、四大瓶頸	18
圖 4-1-2、解決的對策	18
圖 4-2-1-1、單層線圈纏繞模具	19
圖 4-2-1-2、雙層線圈纏繞模具	19
圖 4-2-1-3、左右模具	20
圖 4-2-1-4、線圈纏繞	20
圖 4-2-1-5、測量線圈是否導電	21
圖 4-2-1-6、模具繪製	21
圖 4-2-1-7、線圈置於門型框中	21
圖 4-2-1-8、電壓量測機台	21
圖 4-2-2、作為儲存電能的傳統電解電容	22
圖 4-3-1、發電機實驗機台與氣壓缸設備架	23
圖 4-3-2、震動式片狀發電機的輸出接上電路板	24
圖 5-1-1、充電至 6 伏特發光二極體燈熄滅的時間與電容大小關係圖(搭配 1000Ω 的電阻).....	25
圖 5-1-2、充電至 8 伏特發光二極體燈熄滅的時間與電容大小關係圖(搭配 2000Ω 的電阻).....	26
圖 5-2-1、片體附加質量之片狀發電機正視圖	27
圖 5-2-2、片體附加質量之片狀發電機分解圖	27
圖 5-2-3、片體附加質量之片狀發電機組合圖	27

表目錄

表 5-1-1、充電至 6 伏特發光二極體燈熄滅的時間(搭配 1000Ω 的電阻)	25
表 5-1-2、充電至 8 伏特發光二極體燈熄滅的時間(搭配 2000Ω 的電阻).....	26

第一章 緒論

1-1 研究動機

現在是綠色科技意識抬頭的時代，在全球能源耗竭的情況下，如何開發新能源又不傷害地球，是目前大家所關注的議題。人類一天生活中產生的無效運動就是一種乾淨又環保的贅餘能源，這是我們可以利用的可回收能源之一。本專題利用人類自然運動所產生的動能轉換為電能，並將此電能儲存起來，以備不時之需，充分達到能源的有效利用。

本專題是為了人們在 3C 產品缺乏電源時所開發的，當 3C 產品缺乏電源時，可以充電的地方除了建築物裡面，就沒有更便利的充電系統了。本專題利用人產生的無效運動作為發電機的發電來源，目的就是希望人類在走路、慢跑或快跑等運動時，利用振動的贅餘能量來發電，再加上開發一種簡單又有效率的充電電路，將所發的電能以電瓶、電池或電容將電能儲存起來，當 3C 產品缺乏電能時，就可以利用此儲存的電能達成電能供應的目的了。

以”充電電路”及“發電機”兩個關鍵字查詢專利資料庫，目前看到的專利，大部份存在幾個問題，例如：發電機電流不夠高、電壓不足、瓦數不夠，以及無法儲存電能...等問題。本專題希望震動式發電機在裝上橋式整流電路之後接上充電電路，以達到電池或電容充電的目的，以解決其他研究無法將電能有效儲存的缺點，這也是本專題的研究重心。

因為發電機發出的電是交流電，又因為電子產品所需的電是直流電，所以本研究在電路的設計上主要是利用震動式發電系統接上橋式整流濾波電路將交流電轉換為直流電，利用較大的濾波電容，可使電源越趨近直流電，在儲能系統的方面，則是嘗試研究使用電容或是充電電池作蓄電的元件，因為目前市面上有蓄電功能的電容器常用的有蓄電池或是電容兩種，其中蓄電池需要的電路較為複雜，必須兼具充電電路及放電系統，以免電池做過度的充電及放電，在研究上必較不利於需放置在小空間的發電機上。電容是利用兩極板作用，直到電位差與電源電壓相同，電子停止移動，電能帶出轉存於兩極板，而有儲存電荷的能力，故我們選擇電容做為本專題的儲能元件。

1-2 研究目的

本專題所要達成的目的有下列幾項：

(1). 技術提升指標方面：

雖然濾波電容在示波器上的顯示可以看到，濾波電容值越大濾波效果越好，也較接近純直流電，成為電子產品可適用的電能，但是研究中使用的發電機屬小型發電機，電壓、電流較小不能夠直接使用於 3C 產品，故需要儲存裝置將電源作儲存使用。本專題在震動式發電機發電時，利用橋式整流濾波電路之原理，把交流電以橋式整流濾波電路轉化為直流電，再透過充電電路將電能儲存於電池備用，解決許多小型發電機無法儲存電能的缺點。

(2). 效益方面：

由於本發電機的特點是輕、薄、短、小、零件結構簡單、製作成本低，在製程上只需要射出成形後加上兩個強力磁鐵便完成發電機結構，故本專題的研發技術與成果是小型發電機廠商降低研發成本的一套創新設計及製作模式，可降低因經驗法則或試誤法而產生的時間與成本的浪費，有助於廠商提升研發能力與企業競爭力。

(3). 實務應用與潛力方面：

本專題在實務應用上除了發電鞋之外，所有振動或是往復運動的物體上皆可使用此一震動型發電、儲能設備，例如：震動式風力發電機、震動式波浪發電機...等等。

1-3 章節敘述

本研究論文個章摘要共計有五章，現分述如下：

第一章 為本篇論文的緒論，簡要說明本論文之研究動機和目的及預期完成結果。

第二章為介紹震動式片狀發電機相關文獻，藉由這些文獻加以改善設計出良好的發電機。

第三章為震動式片狀發電機的研究架構並對產品以「輕、薄、短、小」做為設計的理念，並以實驗為基礎推估本專題所提發電機的蓄能效果。

第四章為建立震動式片狀發電機模型，以實驗方式證明發電機的效能。

第五章為論文之結論與討論以及未來之發展方向。

首先確定本研究主題，撰寫研究動機與目的，並收集與本研究震動式發電機相關的資料。彙整資料後，開始製作發電機儲能電路，擬定研究架構及方法，實驗結果與分析，最後實驗的結論與建議。

第二章 文獻探討

在近代的發明中，有許多國家的研究人員也有小型震動式發電機的構思，代表現今社會很需要這種自然乾淨的替代能源，但是在現有的研究當中，大多具有同樣的問題，例如：發電機電流不夠高、電壓不足、瓦數不夠以及無法儲存電能的問題。

2-1 國外文獻：

德州 A&M 大學 Tahir Cagin 化工系教授提出了一項發明[1]，他和休斯頓大學的合作夥伴們找到了一種壓電材料，在很小的某個尺寸範圍內，這種壓電材料其能量轉換的效率都比其他尺寸情況提升一倍。利用這種特性，就能將讓說話微小的振動聲波轉換為電能，提供手機使用所需的電能。

英國的貝利斯與赫爾大學的科學家們發明了發電鞋[1]，只要穿上這樣的鞋走路，鞋中的“發電機”就能發出足夠手機或隨身聽正常工作的電力，既節約又方便。此發電鞋的原理並不高深，只要將壓電材料置入鞋跟，人們走路時產生對鞋跟的壓力，就能產生電流，將行走的部分能量轉化為電能。在市場上出現走路時會發亮的童鞋就是根據這個原理製造的。但是，當時能發電的電流功率太小，不夠手機使用。貝利斯先生以壓電轉換裝置解決了這個難題，而他本人開辦了一家“電子發電皮鞋”公司，在市場上占有一席之地。

日本電信電話公司(NTT Communications)正在研製一種「充電鞋」[2-3]，如(圖 2-1-1)所示。行人可以一邊走路，一邊發電，為 iPod 和手機提供電源。這種鞋底內裝有水和一個小型發電機。人們只要穿著這種鞋子不停地行走，鞋底產生的壓力使水流動，帶動發電機發電。此「發電鞋」發電功率為 1.2 瓦特，只要保持行走，發電量足以使 iPod 播放器運轉。研究人員正努力把發電功率提高到 3 瓦特，以便給手機充電。不過，這種鞋還沒有蓄電功能。



圖 2-1-1、日本電信電話公司 NTT 研製的充電鞋



圖 2-1-2、成都老人石才俊發明的發電鞋

中國大陸的成都老人-石才俊所發明神奇發電鞋[4]，如(圖 2-1-2)所示。但是本研究發電功率不足且充電效率不佳。成都老人的發電鞋，發出的電能與本研究的震動式裝置一樣都是發出交流電，也是需要透過橋式整流濾波電路，將電能轉變為直流電，此發電鞋使用儲存電能的方式，是利用濾波電容，但是濾波電容有缺陷，只要有負載接上，電容隨即放電，即便沒有使用到儲存的電能，電能也會一點一點的流失，所以此發電鞋不算是很有效的電能儲存裝置，故這也是本研究極力想要改良的一個缺點。

2-2 國內文獻

而國內也有許多關於這類乾淨又節能減碳的能源開發專利，彭煥耀先生發明的健身器[5]發電裝置，是用發電機系統、整流濾波電路、穩壓電路、電磁變壓器制動電路、功率驅動電路、MCU 運算電路、備用 DC-5V 充電電路等構成，與本研究有相近之處，皆需要發電機系統、整流濾波電路及充電電路，原理也很接近，發電系統通過整流濾波電路轉換交流電成直流電，並且加設小容量儲能裝置，將多餘的電力傳輸至儲能裝置做儲存備用。但是此研究並無法直接將儲能裝置的電源供應 3C 產品使用，造成使用上的不便，而健身器材又無其他附加功能，實用性稍顯不足。

蔡金松先生發明的單車微量發電供電控管裝置[6]，是利用人騎乘腳踏車所發出的動能，將其運用至發電機，並接上整流濾波電路作為基本電路，而在我們關注的儲能電路上是透過電子開關組與微量發電機、負載連接的儲存模組等來達成，其中模組內容物有二次電池、電容及超級電容[7-8]等儲能單元。專利說明書也提到目前的儲能元件以超級電容(或稱金電容)最好，因為超級電容有以下幾項優點：有小的體積卻可以達到法拉級的電容量，這項優點可解決本研究在小型發電機置於鞋子裡面的空間問題。因為蓄電池需要具備較大的儲存容量，也需要特別設計充電電路及放電控制電路，避免過充或過放對電池造成傷害，但是超級電容無需特別設計充電電路與放電控制電路，對本研究而言可以解決因放置發電機的空間小以致需要簡化電路的難題。而超級電容符合環保的綠色能源也不抵觸本研究堅持綠色能源的理想，但是缺點就是成本太高。

王基漢先生發明的振動能量[9]收集裝置，利用傳動主軸之一端設置於能量轉換儲存裝置上，另一端則固定於齒輪組，而振動組件結合於齒輪上，並可相對於齒輪組進行直線往覆運動，形成往復的錯位關係以驅動旋轉齒輪組，並帶動傳動主軸相對於能量轉換儲存裝置旋轉，以產生電力等能量，即可利用上下起伏的波浪帶動振動組件，將振動能量轉換成電能來儲存能量。然而現階段所開發利用波浪動能的發電機，尚無法達到完全地實用階段，且因為機械結構較複雜，因此，波浪振動發電的相關設備上有待持續開發與改進。

張晉堂先生發明攜帶行腳踏發電機[10]，應用於電子產品，主要利用整體精巧之結構及單腳踩踏的方式即可達到發電之目的，有別於以往大型發電機，如(圖 2-2-1)所示。且適合隨身攜帶使用，以搭配市面上各種不同電子產品使用。所以即使置身於沒有插座的室外，一樣可以透過攜帶行腳踏發電機來供應隨身電子產品之電力，避免隨身電子產品因為電源號進而無法使用的情況產生。不過，此裝置並不是人類必須隨身攜帶的物品，且此裝置沒有辦法在行進間進行充電或儲存電力的功能。

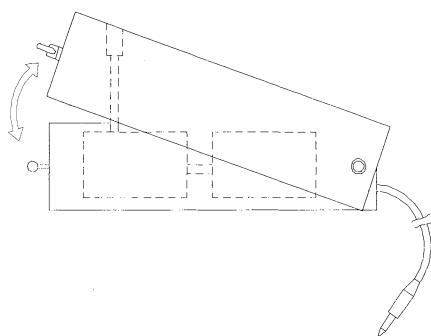


圖 2-2-1、張晉堂發明的攜帶行腳踏發電機

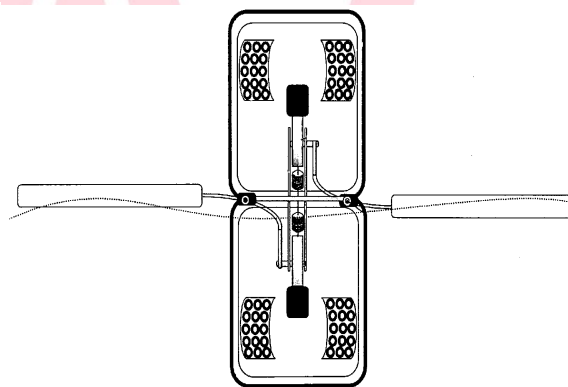


圖 2-2-2、孫惠民發明海上波浪能發電系統

孫惠民先生發明海上波浪能發電系統[11]，利用可上下移動的磁體通過內部線圈而感應發電，如(圖 2-2-2)所示，主體兩邊側面設有貫穿通孔，浮體單元透過該通孔連接磁體而漂浮於海面上。當該浮體單元隨海水上下起伏時而帶動該磁體沿著導槽上下移動，使該磁體之磁場通過感應線圈而形成感應電壓，達到發電的目的。不過，多一次的型態轉換將造成部分能量的損耗，同時亦使機構變得更複雜，成本提高及維修困難。因此，對於所述的能量轉換及機構複雜等缺點仍有加以改良的空間。

2009 年 J. H. WU 以「震動式片狀發電機之構造」申請專利[12]，其內容包括片體、固定座及複合材料懸樑，其中以固定座之水平二側分別設有立柱，立柱兩面設有相對之磁鐵槽，磁鐵槽分別置入磁鐵，而片體之上下二側分別延設有上連接部及下連接部，上連接部頂端設有頂板，片體中央設有槽孔，槽孔內設有線圈，並利用固定座或片體之頂板與振動物體相連接以產生相對運動，使線圈可在磁鐵間切割磁力線進而發電之一體成型之震動式片狀發電機，如(圖 2-2-3)所示。

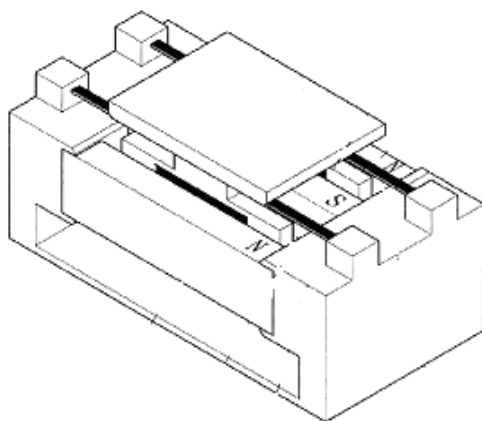


圖 2-2-3、震動式片狀發電機示意圖

國外文獻報告[13]有類似本專題的充電電路及儲存電能系統(圖 2-2-4)，一樣是接上自製的小型發電機，透過電感電路後連上交流-直流轉換器，再接上電容儲存電能，其原理與本專題大同小異，只是多了電感電路的部分，電感是線圈繞成且可以儲存能量的元件，電源接上電感後電流無限大，這樣相當於短路是很危險的，所以必須在加上電阻，讓電流不會過大，此充電/電路也可以運用於本專題的研究中。

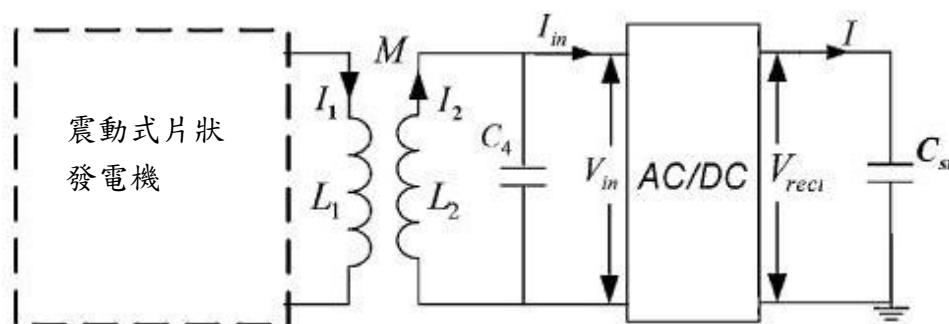


圖 2-2-4、充電電路及儲存電能系統示意圖

在結構的部分國外期刊報告[14]也有類似本專題的隨身攜帶式發電裝置(圖 2-2-5)，利用磁鐵及線圈的上下往復振動產生電力的方法。適用於人體運動產生電能以達電能供應的目的，並已應用在提供能量的電子傳感器或穿戴在身上的發電產品上。其發電原型機利用振盪器在與人體行走和慢跑等運動的共振頻率下測試其發電效果，但人體運動的振動信號往往是非正弦隨機振動，往往導致低頻率和不規則性質，因此人體運動所產生的共振情況可能不是最合適的發電條件。

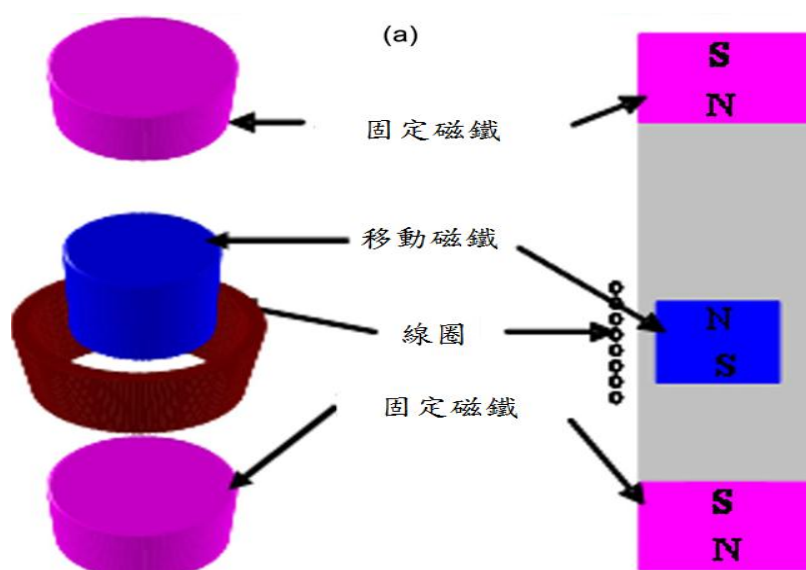


圖 2-2-5、隨身式攜帶發電裝置示意圖

第三章 發電機的研究

3-1 研究流程

本專題之研究流程，如圖 3-1 所示。

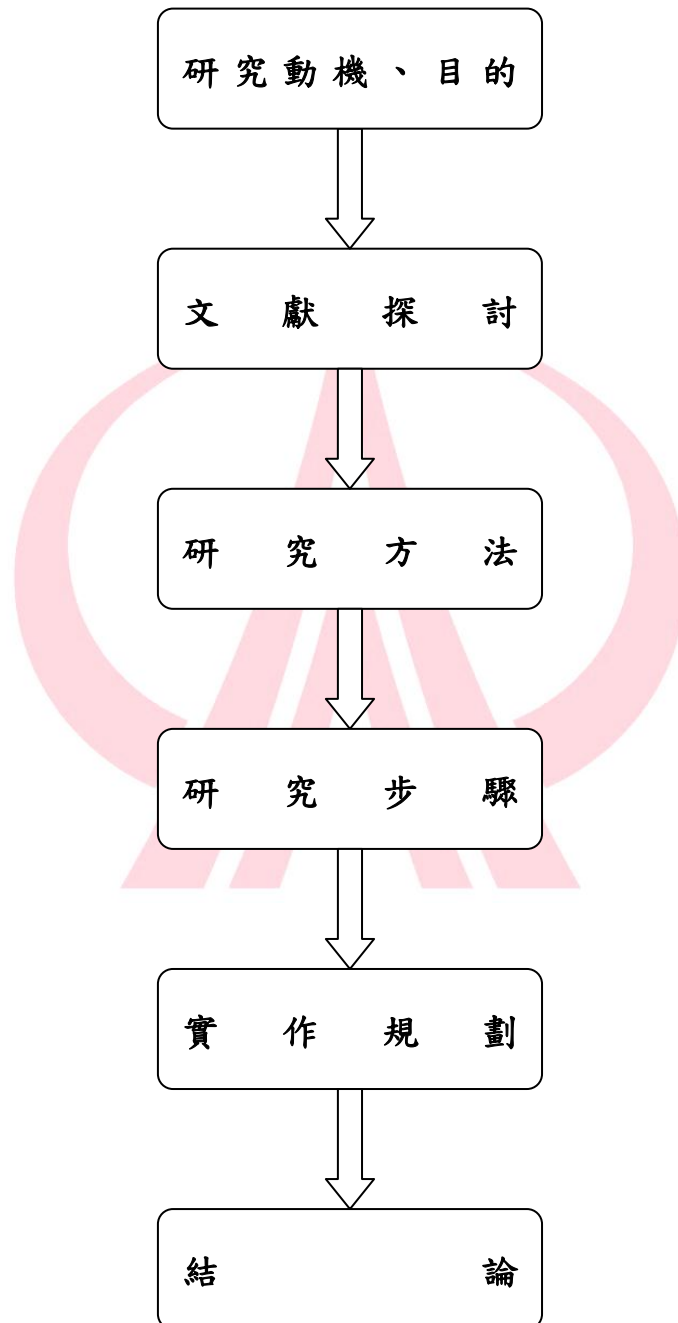


圖 3-1 、研究流程圖

3-2 實驗設備介紹

本專題所用的橋式整流電路，如 3-2-1 所示。所用的電容如圖 3-2-2 所示

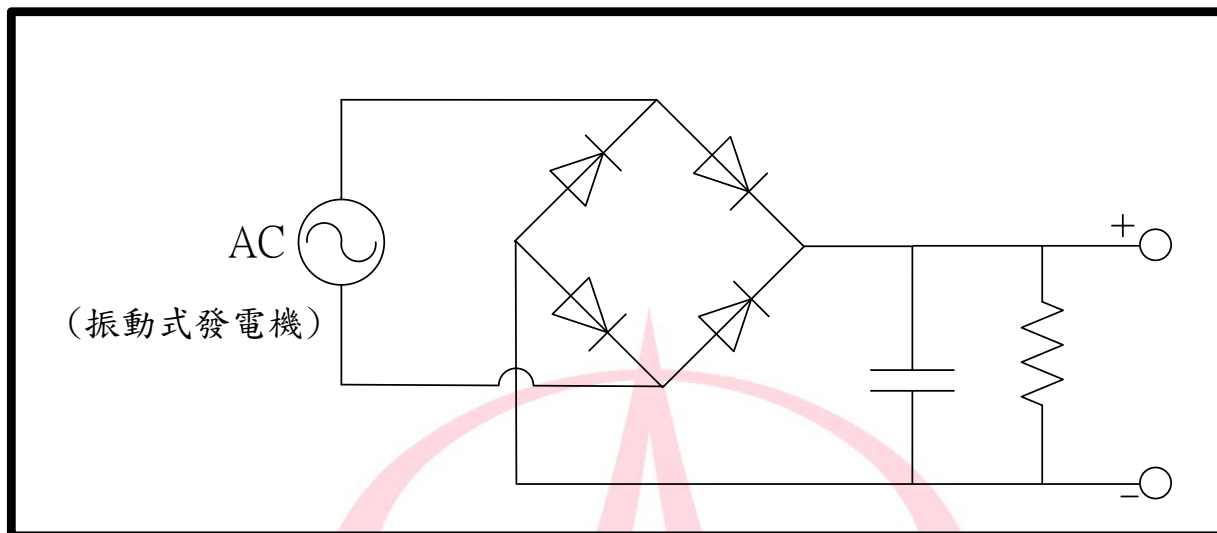


圖 3-2-1、橋式整流電路

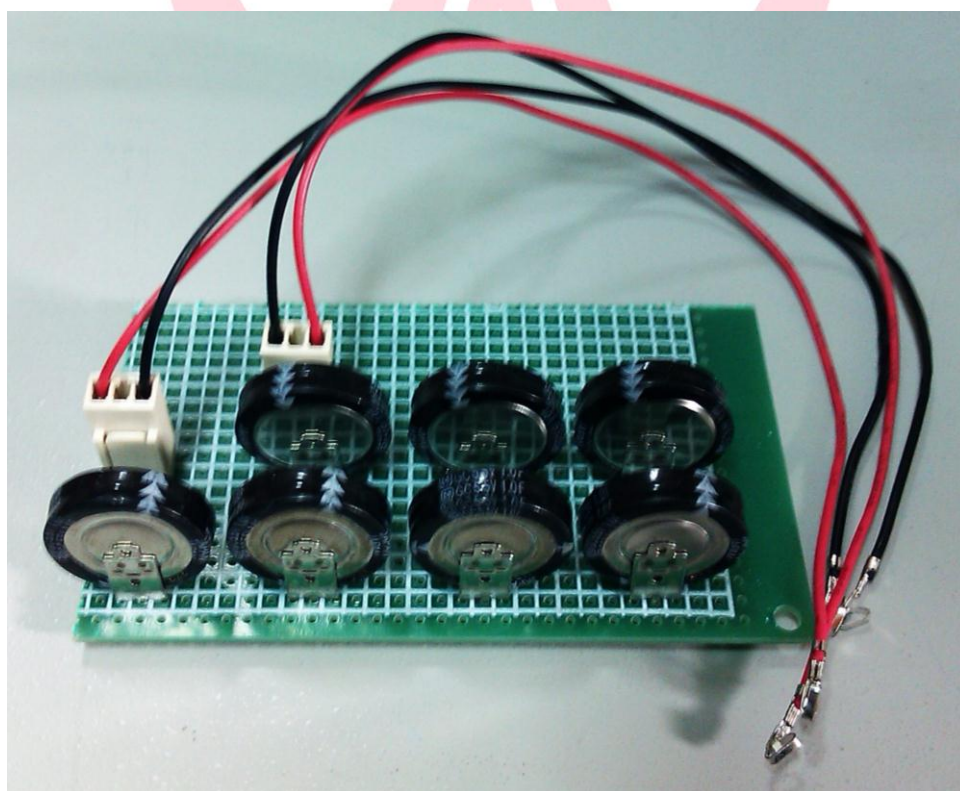


圖 3-2-2、儲能電容

本專題將使用氣壓缸按壓片狀發電機實驗機台，如圖 3-2-3 所示，以達到發電的效果，發電電壓的訊號可用如圖 3-2-4 所示的示波器作測量並顯示波形。

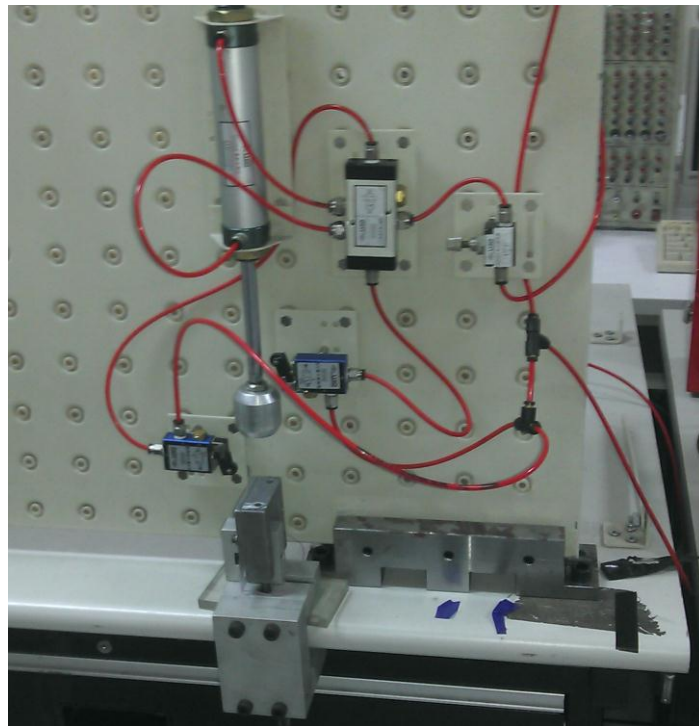


圖 3-2-3、氣壓缸按壓片狀發電機實驗機台圖



圖 3-2-4、示波器

3-2-5 電子零件

本專題的充電電路將使用如圖 3-2-4-1 至 3-2-4-6 所示的元件來製作，其中包括:麵包板、鍺二極體、電容器、開關、電阻及發光二極體等。

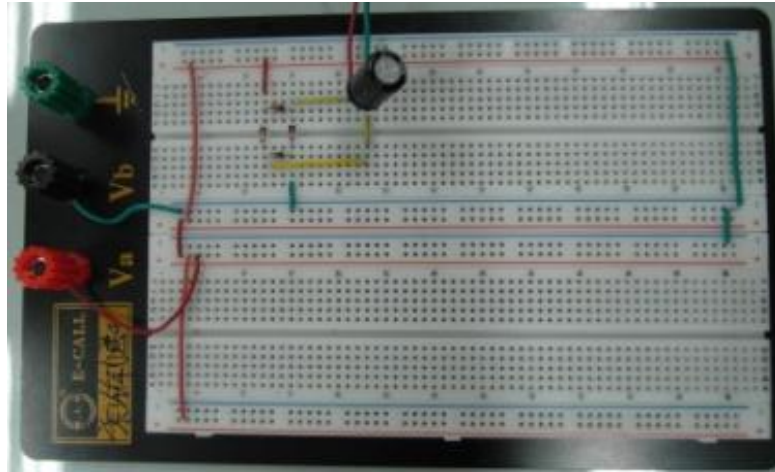


圖 3-2-5-1、麵包板



圖 3-2-5-2、 鍺二極體(Ge)

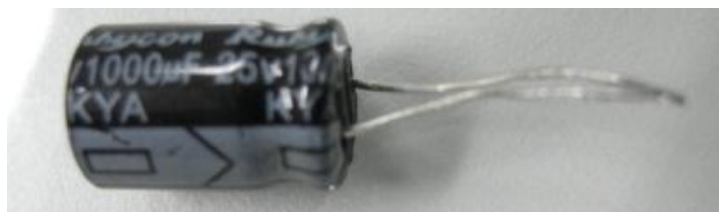


圖 3-2-5-3、電解電容

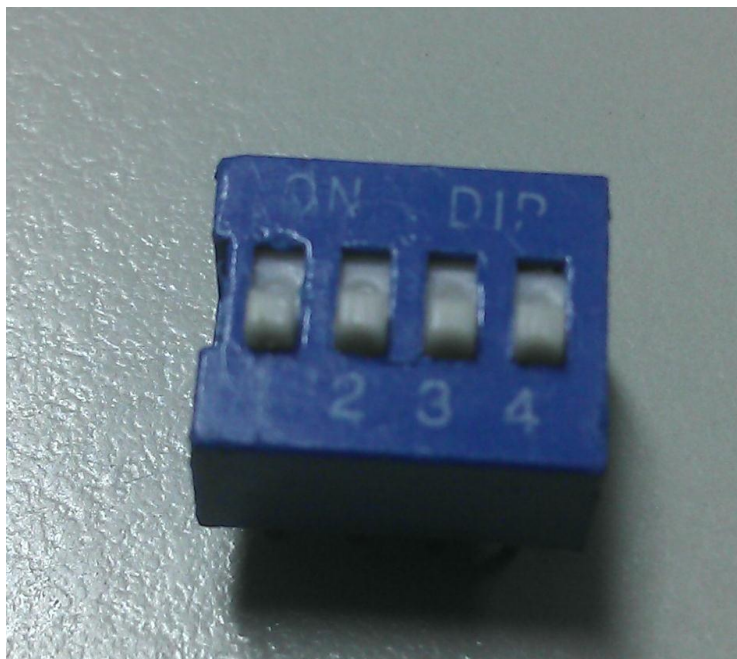


圖 3-2-5-4、開關

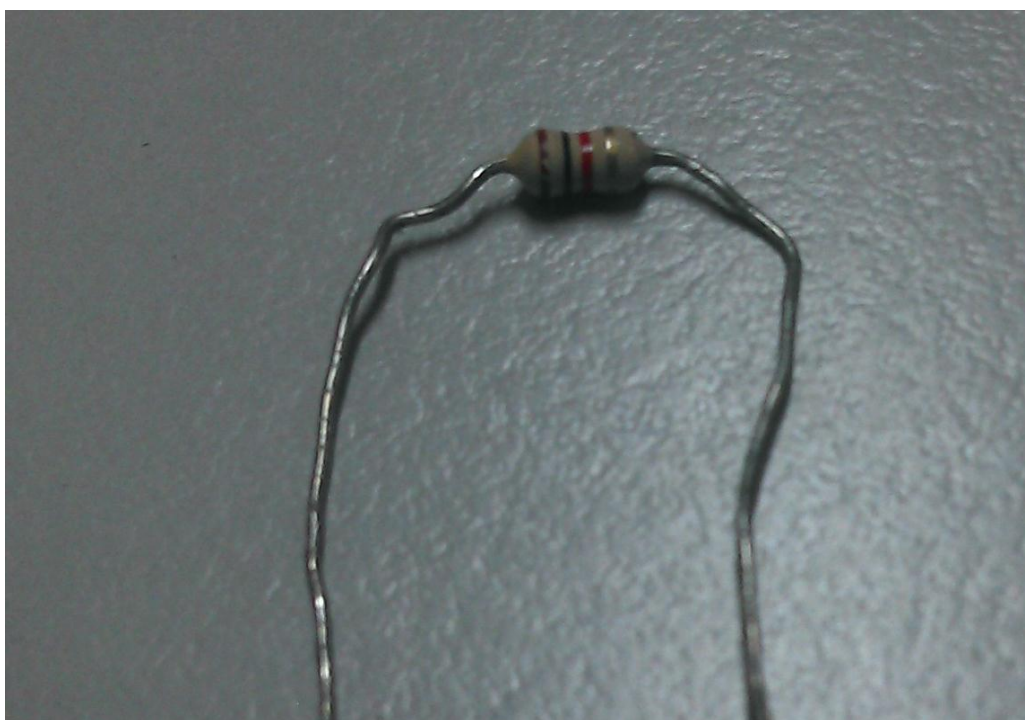


圖 3-2-5-5、電阻

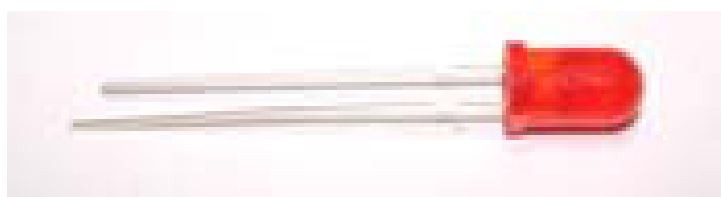


圖 3-2-5-6、發光二極體 LED

3-3 研究方法

本專題之研究方法，首先是文獻及資料之收集、實作的規劃以及接續指導老師先前研究之”震動式片狀發電機之構造”作電路的設計及改良，讓本發電機更具備充電或蓄電的功能性。資料收集的部分則是收尋文獻、查詢現有的期刊、論文、專利或技術報告在小型震動式片狀發電機充電或蓄電電路的設計及改良。實作規劃部分則是利用電腦輔助繪圖軟體設計本震動式片狀發電機的實驗型機台幾何外型，設計製作完成後，以提供充電實驗的測量，待完成實驗驗證分析後，再設計如圖 3-3-1 至 3-3-2 所示之震動式片狀發電機，設計完成後提供指導老師製作射出成型模具製作出振動是片狀發電機的實體，如圖 3-3-3 所示。電路部分則是製作適合震動式發電機產品的外型橋式整流濾波電路，將發電機產出的交流電轉換成 3C 產品所需的直流電，並在電路的末端加上可以儲存電能的電池或是電瓶，隨時做好緊急供電的準備。

震動式發電機的構造圖式：

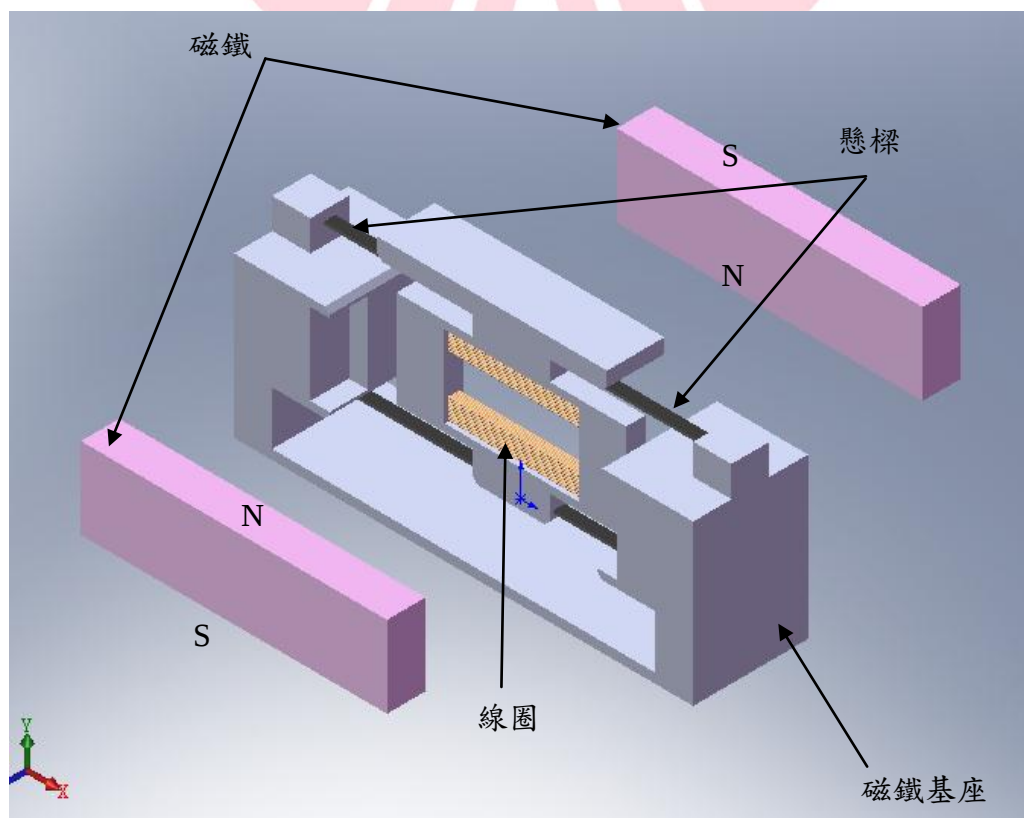


圖 3-3-1、震動式發電機設計分解圖

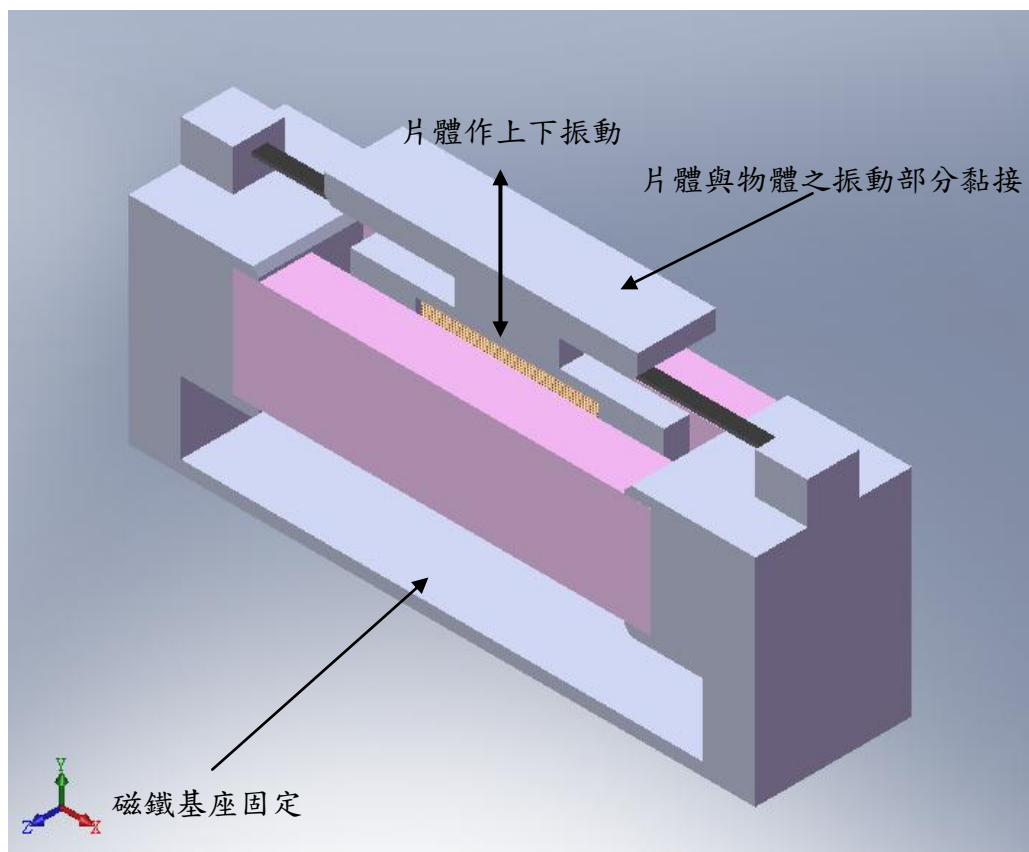


圖3-3-2、震動式發電機設計示意圖



圖 3-3-3、震動式片狀發電機實品

儲能電路設計:

利用氣壓缸衝擊小型震動式發電機實驗型機台來替代發電產品所發的電能，震動式發電機裡的線圈圈數(歐姆數)、每秒振動的頻率，以及約可以得到多少伏特的電壓等參數，將影響儲存電量的大小，所以本專題也需要設計符合本條件的電路來儲存更多的電量。本專題是將發電機接上橋式整流濾波電路，如圖 3-3-4 及圖 3-3-5 所示，由於本研究使用的小型震動式發電機之電壓比較小，所以電路是採用通過電壓只要 0.3 伏特的鍺(Ge)二極體做為橋式電路的元件，因為使用矽(Si)二極體通過電壓為 0.7 伏特，這對小型震動式發電機而言會是一種負擔。

當電流通過橋式整流濾波電路，發電機所產生的交流電會轉換成電子產品所需的直流電，若電容器的電容值越大即可從示波器上看出，電訊號會越來越趨近於理想直流，轉換後的直流電就是要儲存的電，將其儲存在傳統的電解電容、超級電容或是儲能電池中。電容是利用兩片導電極板，其間隔以絕緣物，連接電源形成一個通路，其中一片導電極板帶正電荷，負電荷則被排斥到另一片導電極板上，在兩片導電極板之間建立一個電位差，直到兩極板間的電位差與電源電壓相同時，電子停止移動，過程中電源的能量帶出而轉存於兩極板上，而具有儲存電荷的能力。

因傳統的電解電容儲存電能的容量不足，只能應用在微小型的電量儲存需求下。超級電容的優點是體積小且運用活性碳為電極，利用活性碳的空孔增加表面積，可以吸附更多的電子，故儲電量大大的增加，但成本過高。目前主要的儲能裝置是儲能電池，但是原理是利用化學反應提供電位能，而電容會隨充放電變化，理論上電池是恆定的，但是因為化學電池無法瞬間放電，這也是一大問題，所以目前所知一般電容功能會比儲能電池好，也比較符合本專題的綠色環保又乾淨的目標。本專題將以傳統的電解電容作為儲能效率高低的研究。

架設好震動式片狀發電機實驗機台，如圖 3-2-3 所示，以氣壓缸衝擊時產生電壓訊號 V_{AB} ，如圖 3-3-6 所示，，再接一個橋式整流電路，把交流電轉成同向電流 V_{CD} ，如圖 3-3-7 所示，再利用電容器將電壓平整化 V_{EF} ，如圖 3-3-8 所示，在充電電容前放置一個二極體，讓後面的電容器充電後電量不要回流後，再放置一開關及電阻讓充飽的電容慢慢放電使發光二極體發亮，此時電壓訊號 V_{GH} ，如圖 3-3-9 所示。

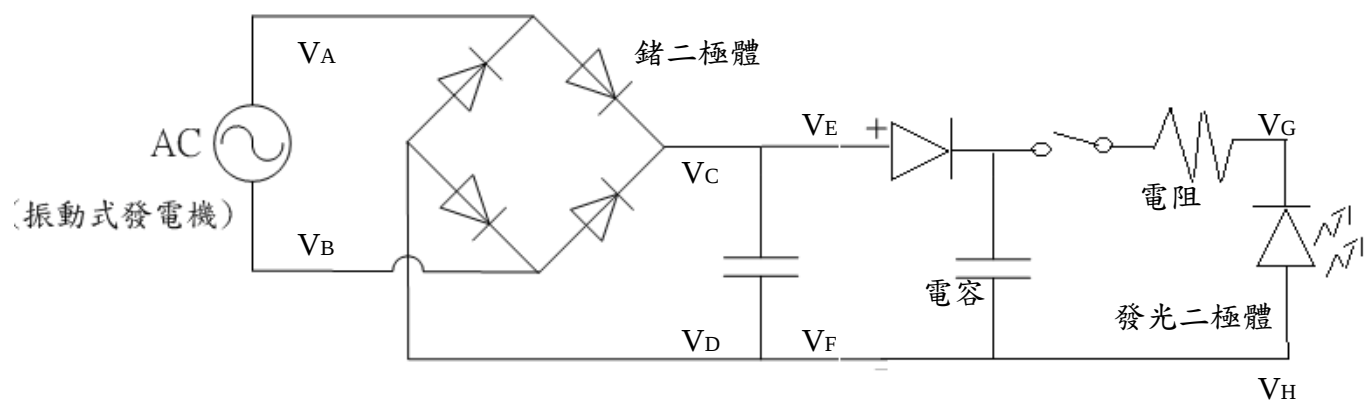


圖 3-3-4、橋式整流電路含充電電路

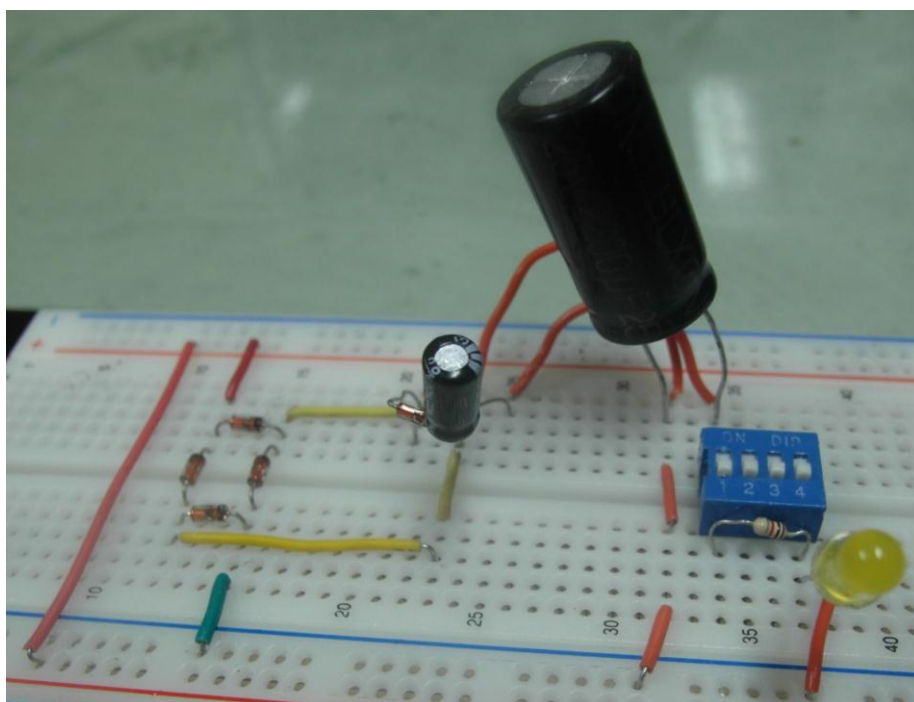


圖 3-3-5、橋式整流電路含充電電路實體圖

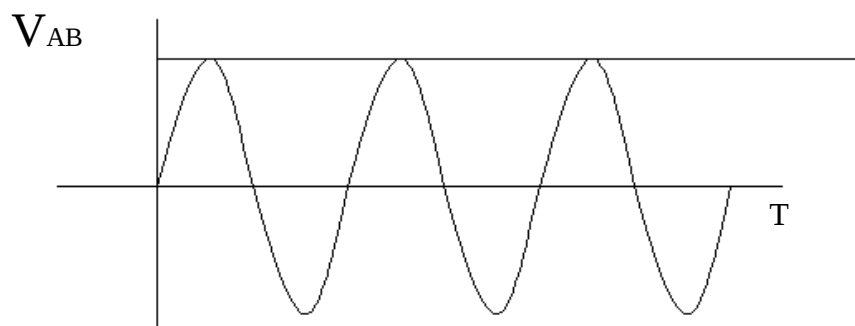


圖 3-3-6、氣壓缸衝擊時產生電壓訊號 V_{AB}

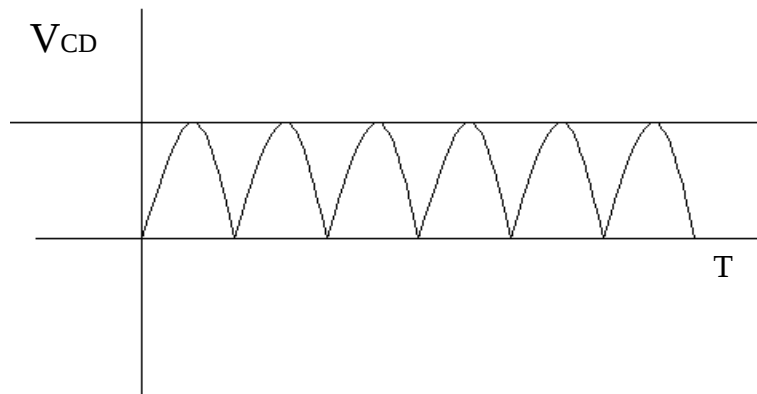


圖 3-3-7、經過橋式整流器以後把交流電轉成同向電流 V_{CD}

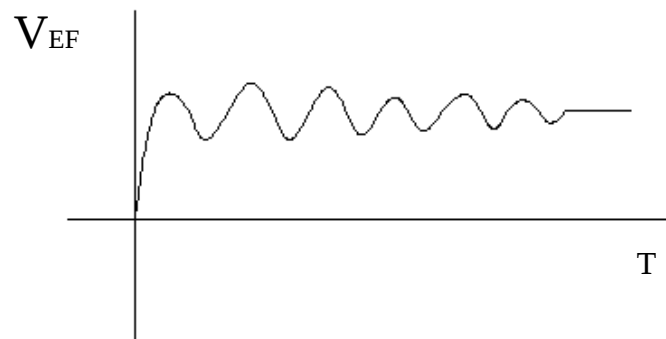


圖 3-3-8、再利用電容器將電壓平整化 V_{EF}

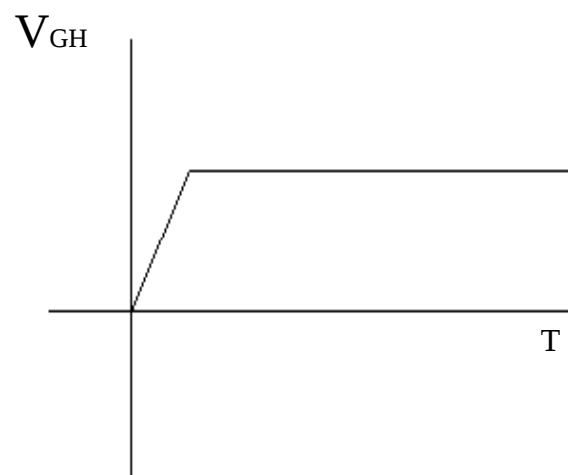


圖 3-3-9、最後輸出電壓訊號 V_{GH}

第四章 發電機的製作與實驗

4-1 發電機製作-魚骨圖

本實驗運用魚骨圖(fishbone diagram)，來找出造成震動式發電機設計的某一特定問題的所有可能原因。其中發電機設計遇到四大瓶頸，分別是發電機裝置、機台設備、充電電路、廠商交期時間，其中有些細分的問題點，並用魚骨圖繪製出如(圖 4-1-1)的要因分析圖。

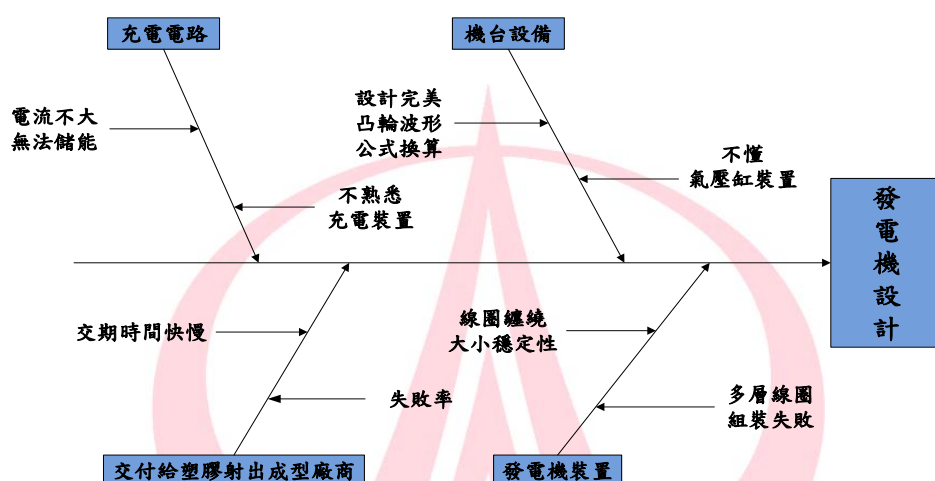


圖4-1-1、四大瓶頸

繪製出魚骨圖後，把問題點整理，追查真正的原因，尋找解決的對策，這時魚頭的方向會剛好相反過來，又稱反轉，如(圖 4-1-2)所示。

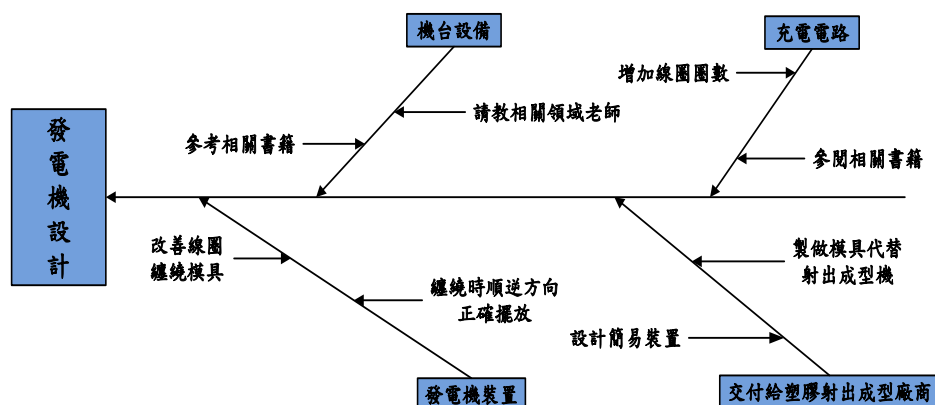


圖 4-1-2、解決的對策

4-2 發電機實驗機台及儲能裝置結構

4-2-1 發電機實驗機台

線圈纏繞模具

以 CNC 車銑床將鋁材加工，製作出大小不同的平面線圈纏繞模具，如圖 4-2-1-1 及圖 4-2-1-2 所示。

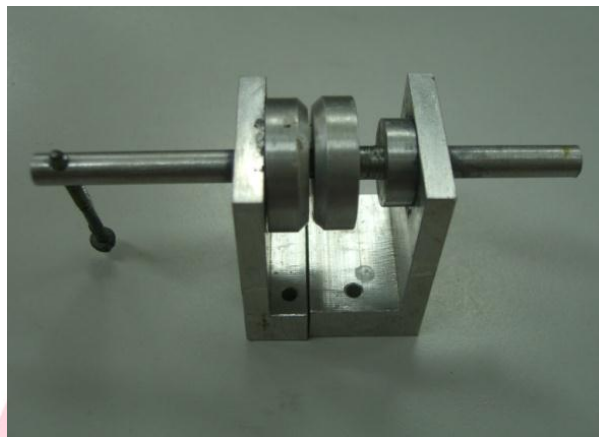


圖 4-2-1-1 單層線圈纏繞模具



圖 4-2-1-2 雙層線圈纏繞模具

拿到線圈纏繞模具打開，線圈之一端經由模具上之小孔穿出並固定之，如圖 4-2-1-3 所示，再將左右模具結合並利用虎頭鉗把基座固定住，如圖 4-2-1-4 所示。固定後導線以纏繞方式將平面線圈纏繞於左右模具之間。

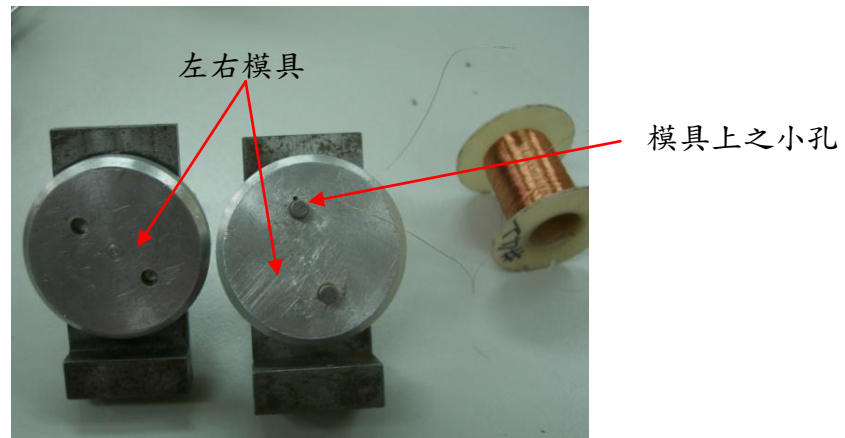


圖 4-2-1-3 左右模具

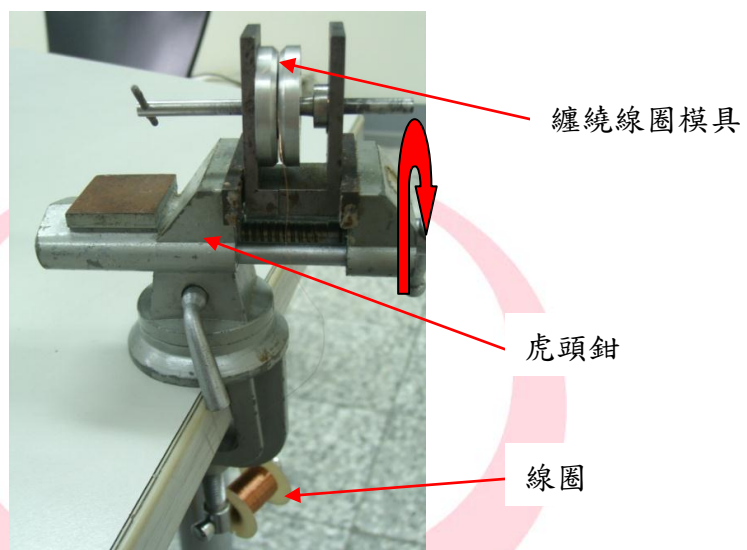


圖 4-2-1-4 線圈纏繞

當線圈纏繞完，以護貝機進行線圈護貝，完之後線圈護貝膜利用三用電錶之歐姆檔來測量是否通電，如圖 4-2-1-5 所示。

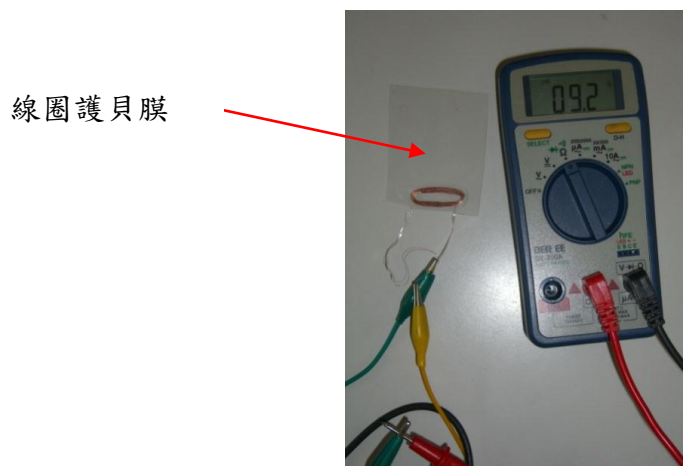


圖 4-2-1-5 量測線圈是否導電

以 SolidWorks 繪製電壓量測實驗型機台，如圖 4-2-1-6 所示，取代用射出成型法製作片狀發電機之實驗方式，如此可避免用試誤法的方式造成實驗成本與實驗時間的浪費。

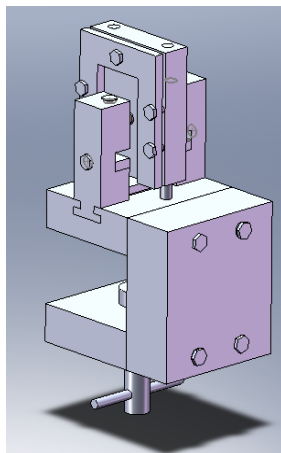


圖 4-2-1-6 模具繪製

將纏繞之線圈護具膜(四層線圈)，裝置於電壓量測機台之門型框中，如圖 4-2-1-7 所示。於電壓量測實驗時，先以手動方式使門型框以固定頻率方式上下振動，如圖 4-2-1-8 所示。



圖 4-2-1-7 線圈置於門型框中

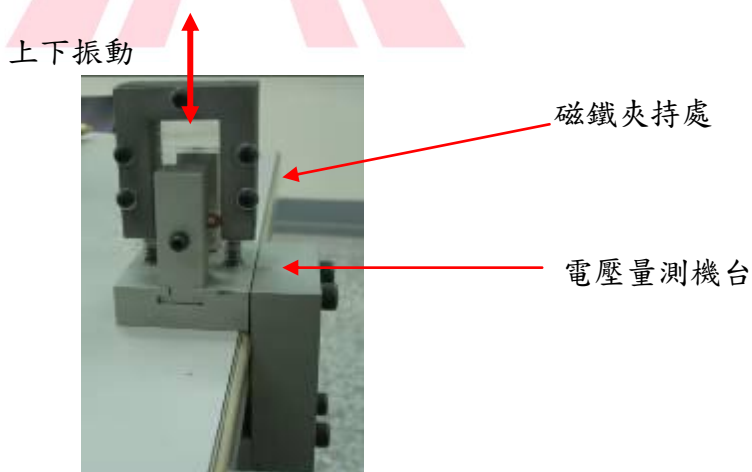


圖 4-2-1-8 電壓量測機台

製作震動式發電機模型機具完成後，本專題以氣壓缸，帶動此發電機，並記錄相關電壓大小。

4-2-2 儲能裝置結構

電容

目前市面上有蓄電功能的電容器常用的有蓄電池或是電容兩種，其中蓄電池需要的電路較為複雜，必須兼具充電電路及放電系統，以免電池做過度的充電及放電，在研究上必較不利於需放置在小空間的發電機上。電容是利用兩極板作用，直到電位差與電源電壓相同，電子停止移動，電能帶出轉存於兩極板，而有儲存電荷的能力，故我們選擇電容做於本專題的儲能原件，如圖 4-2-4。



圖 4-2-4、作為儲存電能的傳統電解電容

4-3 充電實驗

在充電實驗裡，將發電機與氣壓缸設備架設好以後，在發電機的輸出接上橋式電路，如圖 4-3-1 及圖 4-3-2 所示。

因為充電的過程裡，電容在充電的過程中會一邊充電一邊流失，不容易留住電，所以橋式電路的末端，再加上一個鍺二極體、一個開關、一個電容、一~兩個電阻、一個發光二極體，如圖 3-3-5 所示。二極體的用處主要是防止電充進去電容以後逆回導致電的流失，電容主要是儲存電能，開關則是電容儲能後，將開關開啟(ON)，電阻則是讓電流流失速度減慢，此時可以由發光二極體的發光來驗驗證電能是否有儲存在電容中。

在此實驗中，我們發現本發電機是屬於小電流、小電壓，所以在儲能上困難度較高，實驗中我們使用 100 μ F、1000 μ F、2200 μ F、4700 μ F，分別使用 6 伏特搭配 1000 Ω 的電阻以及 8 伏特搭配 2000 Ω 的電阻狀態下，開關啟動以後由數據可以發現不論是 6 伏特或是 8 伏特，電容值越高的電容器可以維持發光二極體運作的時間越長，雖然儲能狀態不是很完善，因為電容的特性是會慢慢的流失電能，但是目前這樣的發現已經能夠證明本專題之震動式片狀發電機是可以有蓄電能力的。

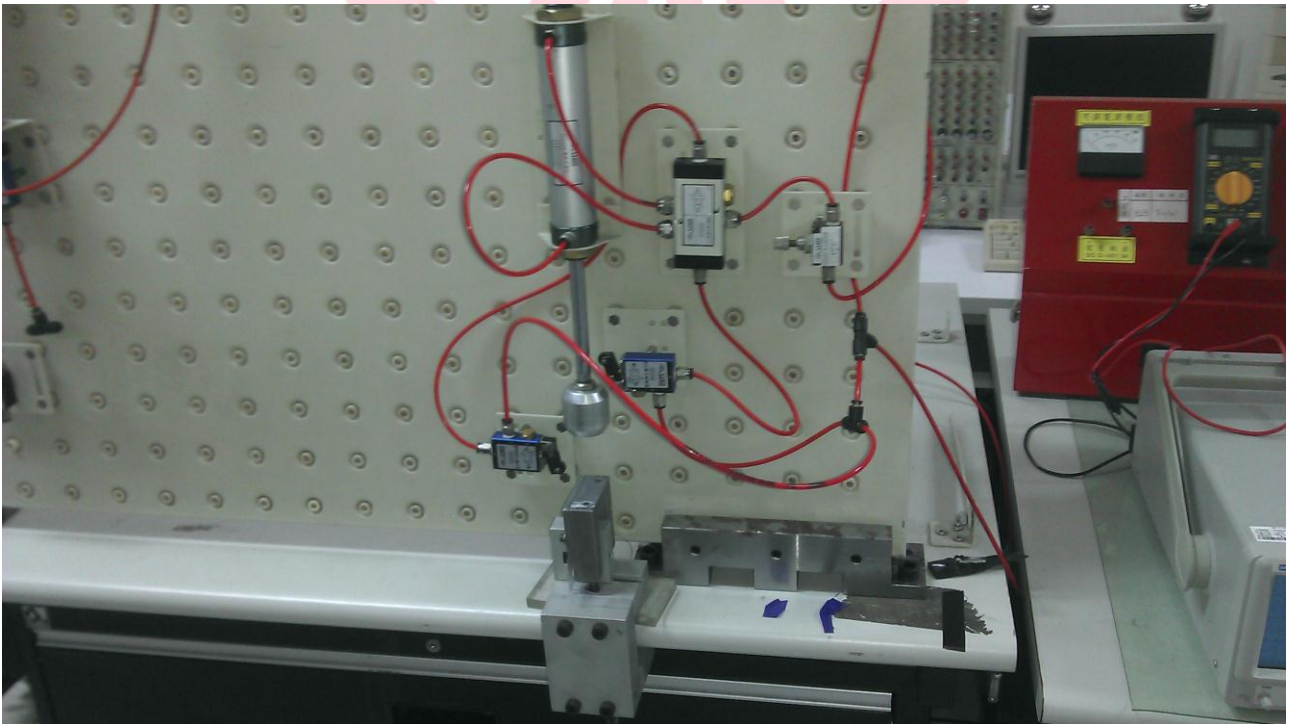


圖 4-3-1、發電機實驗機台與氣壓缸設備架

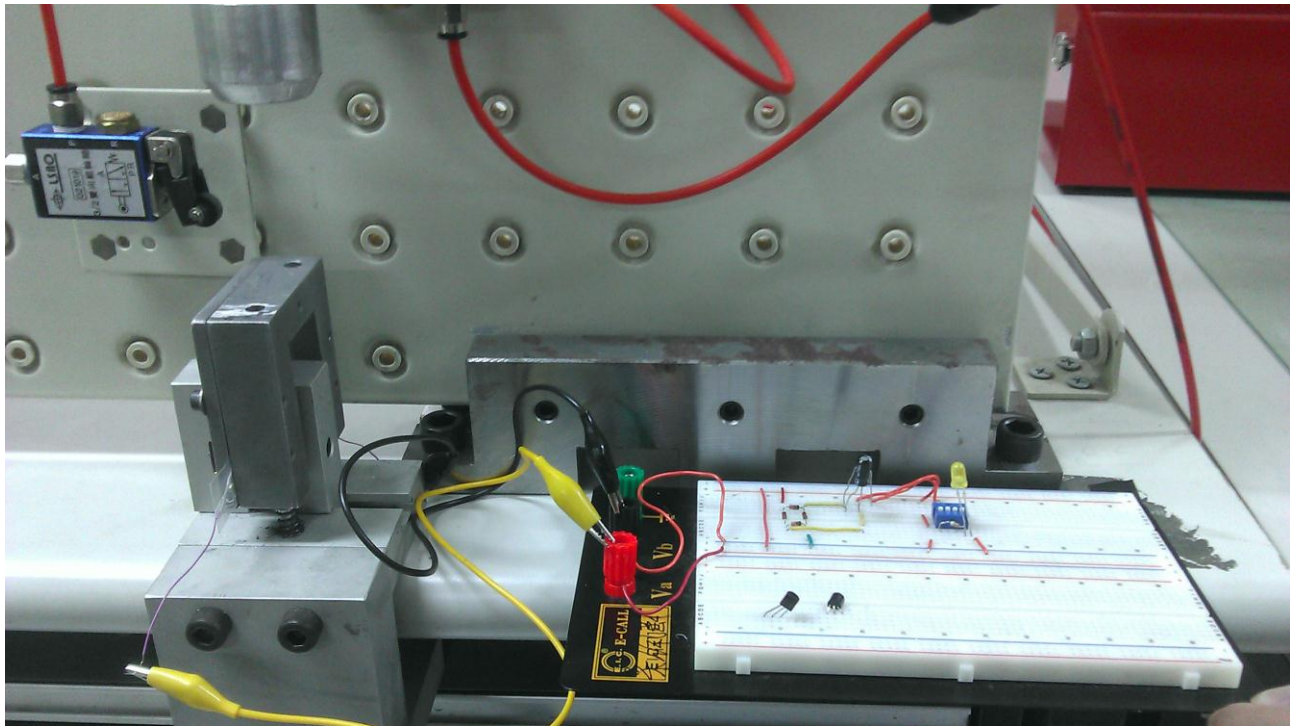


圖 4-3-2、震動式片狀發電機的輸出接上電路板

第五章 結論與建議

5-1.結論探討

本發電機經由充電實驗過後，我們得到用來儲能的電容器，電容值越大，充電時間越長，發光二極體發光的時間也比較持久，而在電路上面除了原本的橋式整流器以外，必須再接上充電電路才算完成整個電路。經由充電實驗發現，震動式發電機在儲能部分由原來的無儲能裝置到現在，可以經由接上儲能電容的發光二極體得知電容器的儲能是有效果的。

也得到電容值的大小與電能可以持續多久時間有很大的關係，從我們挑選的電容來說，挑選電容值越大的電容，雖然在充電的時間上因為電容的容量較大所以需要花比較久的時間，但是在電能持久度上很明顯的也會有比較好的結果。

本實驗因為選擇6V和8V的電壓，不同的電壓需要搭配不同的電阻才可以調整出適合的電流，避免電流過大造成電子零件損壞，使用的實驗條件分別是6V的電壓搭配1000Ω的電阻以及8V的電壓搭配2000Ω的電阻。

經實驗結果得知，將充電電容由100uF變化至4700uF，充電電壓到達6伏特，給定1000Ω的電阻下，發光二極體放電至燈熄滅的秒數，如表5-1-1及圖5-1-1所示。

表 5-1-1、充電至 6 伏特發光二極體燈熄滅的時間(搭配 1000)

電容器大小(uF)	100	1000	2200	4700
燈熄滅時間(Sec)	0.5	3	6	12

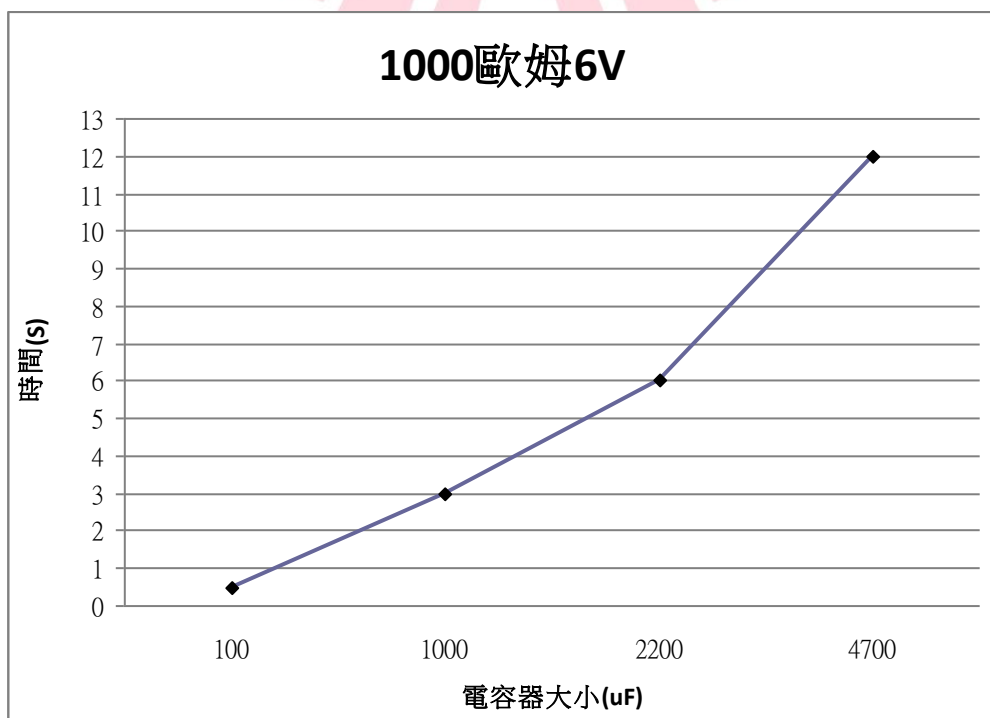


圖 5-1-1、充電至 6 伏特發光二極體燈熄滅的時間與電容大小關係圖(搭配 1000Ω 的電阻)

另外，將充電電容由100uF變化至4700uF，充電電壓到達8伏特，給定2000Ω的電阻下，發光二極體放電至燈熄滅的秒數，如表5-1-2及圖5-1-2所示。

表 5-1-2、充電至 8 伏特發光二極體燈熄滅的時間(搭配 2000Ω 的電阻)

電容器大小(uF)	100	1000	2200	4700
燈熄滅時間(Sec)	0.5	5	9	18

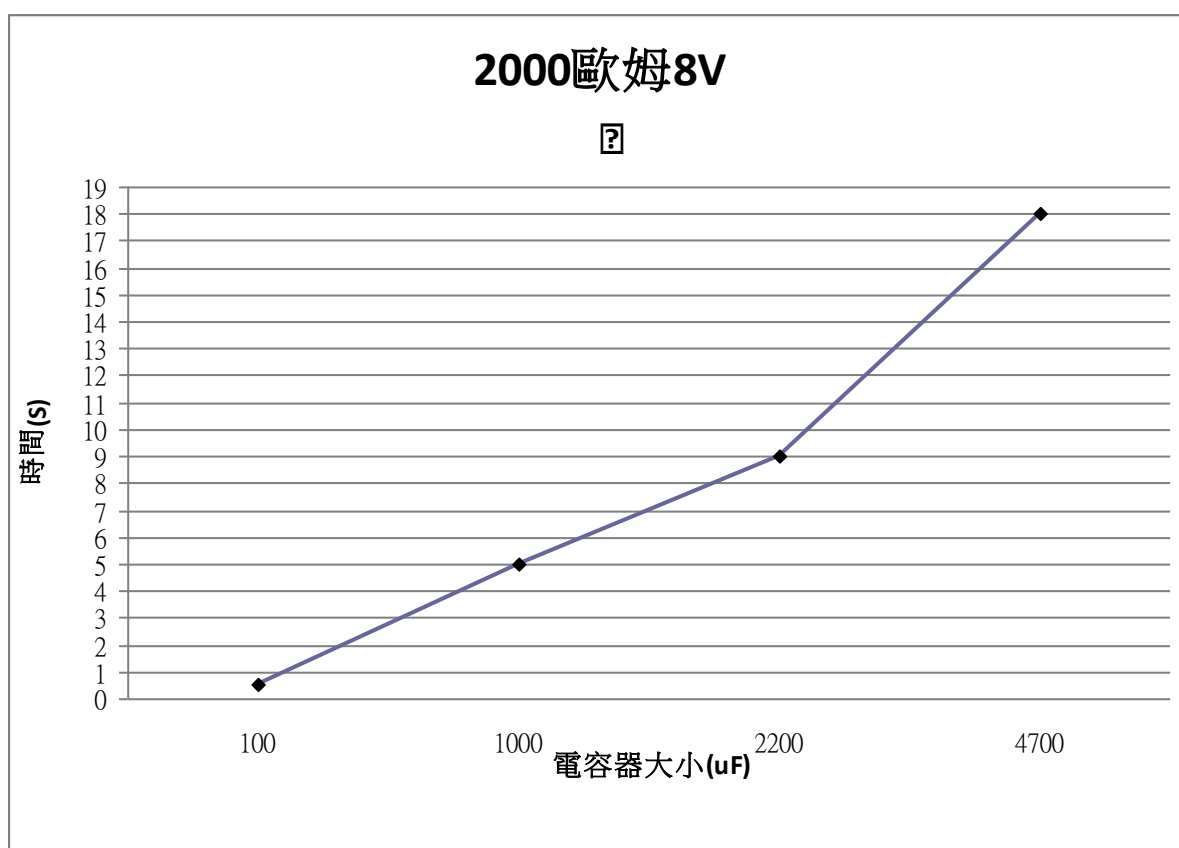


圖 5-1-2、充電至 8 伏特發光二極體燈熄滅的時間與電容大小關係圖(搭配 2000Ω 的電阻)

5-2 建議

5-2-1關於結構之建議

由於本發電機發電的運動可以是收集人體走路時的贅餘能量屬於上下運動的振動方式，而生活中處處都有贅餘能量存在，例如：風能、波動能、任何可以有搖擺、震動的動作都有贅餘能量可以運用，例如：樹幹隨風搖擺使振動式發電機運作進而達到發電的功用的振動式風力發電機、登山背包用之搖擺式振動發電機及波浪起伏造成之振動發電機…等，任何具上下、左右及前後運動模式的物品皆可使本振動式發電機發揮功能。

但是因為本發電機目前的結構是屬於上下運動的方式產生震動，而其他贅於能量產生的方式可以是上下、左右及前後震動或是搖擺運動產生的能量。所以我們建議結構可以有不同的變化，就可以因應不同方向的運動，發電機的原理不變，由線圈包覆於片體之中，相對應的磁鐵擺設在片體兩側，只要片體或磁鐵基座能在任何反覆運動或振動的物體上有相對運動，就會切割磁力線而發電。

本機構提升簡化設計、便於加工與組裝方面之功能性、適用性及應用範圍，以達成所應具備可發電之基本功能外，並使其兼具蓄能產業應用性之實際發展與要求。本構造隨物體之振動或部分反覆運動，使片體與磁鐵基座在運動或振動物體中相對運動以產生電力。以下就以一個設計案例作圖示說明：

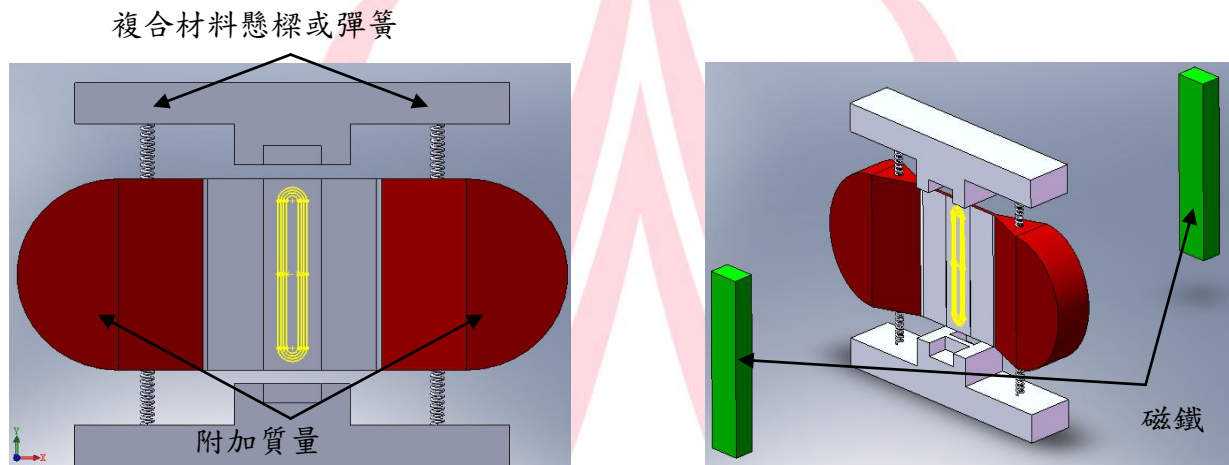


圖 5-2-1、片體附加質量之片狀發電機正視圖

圖 5-2-2、片體附加質量之片狀發電機分解圖

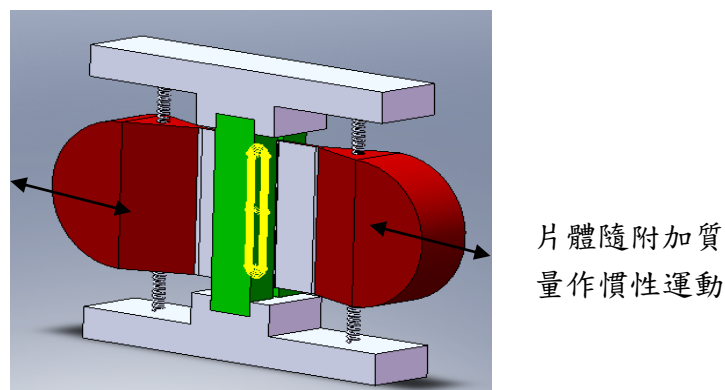


圖 5-2-3、片體附加質量之片狀發電機組合圖

5-2-1關於儲能及效能之建議

因電容器之儲能效果有限，故未來將以能儲存較多電量之充電電池作為後續開發儲能電路的一個基礎。

在效能比較方面，希望在未來的研究裡可以加入效能的比較，將本發電機與現有的發電設備在同一基礎下做發電效率比較，製作出來的圖、表、資料…等數據，可以作為本發電機與現有發電機的差異比較，也可以讓對本發電機有興趣的研發人員能更快速了解本發電機的特質與效能。



參考文獻

1. http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/tech/2008-12/05/content_10458640.htm
2. http://tw.money.yahoo.com/news_article/adbf/d_a_081017_2_16ozt
3. <http://www.gaspar.info/blog/2008/10/nttenergyshoe.html>
4. <http://big5.cri.cn/gate/big5/gb.cri.cn/18964/2008/11/10/882s2315181.htm>
5. 彭煥耀, “健身器之發電裝置”, 中華民國專利公告號 M386092, 2010
6. 蔡金松, “單車微量發電供電控管裝置”, 中華民國專利公告號 M370884, 2009
7. http://www.digiarts.org.tw/ShowColumnTW.aspx?lang=zh-tw&CC_NO=57
8. http://tw.myblog.yahoo.com/calvin_scyen/article?mid=814&sc=1
9. 王基漢, “振動能量收集裝置”, 中華民國專利公告號 M381687, 2010
10. 張晉堂, “攜帶行腳踏發電機”, 中華民國專利公告號 M399543, 2010
11. 孫惠民, “海上波浪能發電系統”, 中華民國專利公告號 M375770, 2009
12. 吳家宏、金大仁、吳汶蘭、傅文祈、余海豐, “具複合材料懸樑之片狀激振器構造”, 中華民國專利公告號: M356337, 2009
13. Ping Li, Yumei Wen, Pangang Liu, Xinshen Li, Chaobo Jia, 2010, "A magnetoelectric energy harvester and management circuit for wireless sensor network", Sensors and actuators A: Physical, Vol.157/1, PP. 100-106.
14. C.R. Saha, T. O'Donnell, N. Wang, P. McCloskey, 2008, "Electromagnetic generator for harvesting energy from human motion", Sensors and Actuators A, Vol.147, PP.248-253